

Opção B: o aluno deverá realizar um mínimo de 300 horas de Estágio Curricular Supervisionado, de acordo com as normas reguladoras próprias, a partir da conclusão do 2º ano Profissional ou durante suspensão de matrícula.

#### (d) Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar um mínimo de 200 horas de Atividades Complementares, de acordo com as normas reguladoras próprias.

As atividades complementares deverão ser contabilizadas até o último semestre do Curso Profissional, conforme data prevista no calendário escolar/administrativo do ITA para entrega de requerimento pelo aluno.

### 3.3 Curso de Engenharia Eletrônica

#### Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Portaria nº 68, de 27 de janeiro de 1951, do Ministério da Aeronáutica

Lei nº 2.165, de 05 de janeiro de 1954

Parecer nº 326/81 CFE (equivalência de curso)

#### Currículo Aprovado

O Currículo do Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica é composto por quatro componentes: (a) Disciplinas Obrigatórias, (b) Disciplinas Eletivas, (c) Estágio Curricular Supervisionado e (d) Atividades Complementares.

Todo aluno que tiver concluído com êxito o 1º Ano Profissional antes do final do segundo período letivo de 2021 deverá seguir o Currículo da Classe 2023 (vide Catálogos dos anos de 2021, 2022 e 2023).

#### (a) Disciplinas Obrigatórias

##### 1º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2027

EES-13	Análise de Circuitos Elétricos	3 – 0 – 1 – 5
EEA-21	Circuitos Digitais	4 – 0 – 2 – 6
EEA-45	Dispositivos e Circuitos Eletrônicos Básicos	3 – 0 – 2 – 4
EEM-11	Fundamentos de Engenharia Eletromagnética	3 – 0 – 1 – 6
EES-12	Introdução ao Controle de Sistemas	2 – 0 – 0,5 – 3
EET-01	Sinais e Sistemas de Tempo Discreto	2 – 0 – 0 – 3
ELE-61	Colóquios em Engenharia Eletrônica I (Notas 3 e 6)	1 – 0 – 0 – 0,5
		18 + 0 + 6,5 = 24,5

##### 1º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2027

EEA-05	Síntese de Redes Elétricas e Filtros	3 – 0 – 1 – 4
EEA-25	Sistemas Digitais Programáveis	3 – 0 – 2 – 4
EEA-46	Circuitos Eletrônicos Lineares	3 – 0 – 2 – 4
EEM-12	Eletromagnetismo Aplicado	3 – 0 – 1,5 – 5
EES-22	Controle Clássico I	3 – 0 – 1 – 4
EET-11	Modelos Probabilísticos e Processos Estocásticos	4 – 0 – 0 – 6
		19 + 0 + 7,5 = 26,5

##### 2º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2026

EEA-27	Microcontroladores e Sistemas Embarcados	2 – 0 – 2 – 4
EEA-48	Circuitos Eletrônicos Não-Lineares	3 – 0 – 2 – 4
EEM-13	Dispositivos de Alta Frequência e Antenas	3 – 0 – 1 – 5

EES-32	Controle Clássico II	2 – 0 – 0,5 – 3
EES-33	Conversão Eletromecânica de Energia I	4 – 0 – 1 – 6
EET-05	Comunicações I	3 – 0 – 1 – 6
		17 + 0 + 7,5 = 24,5

*2º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2026*

EEA-47	Circuitos de Comunicação	3 – 0 – 2 – 4
EEA-52	Introdução aos Sistemas VLSI	3 – 0 – 1 – 5
EEM-15	Sistemas de Alta Frequência e Propagação	2 – 0 – 0,5 – 5
EES-42	Controle Moderno	3 – 0 – 1 – 4
EET-15	Comunicações II	3 – 0 – 1 – 5
HID-65	Engenharia para o Ambiente e Sustentabilidade	2 – 1 – 0 – 3
GED-72	Princípios de Economia	3 – 0 – 0 – 4
		19 + 1 + 5,5 = 25,5

*3º Ano Profissional – 1º Período – Classe 2025*

TG-1	Trabalho de Graduação 1 (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
		0 + 0 + 8 = 8

*3º Ano Profissional – 2º Período – Classe 2025*

TG-2	Trabalho de Graduação 2 (Nota 5)	0 – 0 – 8 – 4
EEM-16	Dispositivos e Engenharia Fotônica	2 – 0 – 0,5 – 5
EET-21	Processamento Digital de Sinais	3 – 0 – 1 – 5
ELE-62	Colóquios em Engenharia Eletrônica II (Notas 3 e 6)	1 – 0 – 0 – 0,5
HUM-20	Noções de Direito	3 – 0 – 0 – 3
GED-61	Administração em Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
		12 + 0 + 9,5 = 21,5

**(b) Disciplinas Eletivas**

A matrícula em eletivas está condicionada à disponibilidade de vagas, ao aluno haver cursado os requisitos da disciplina e à aprovação da Coordenação do Curso. Essas disciplinas podem ser de graduação (dos Cursos Fundamental e Profissionais) ou de pós-graduação do ITA.

O aluno deverá cursar com aproveitamento disciplinas eletivas totalizando um mínimo de 288 horas-aula. Esse total de horas-aula de eletivas inclui aquelas que foram eventualmente cursadas no Currículo do Curso Fundamental.

**Disciplinas Eletivas – IEE**

EEA-91	Instrumentação Biomédica I	3 – 0 – 0 – 5
EEA-92	Instrumentação Biomédica II	3 – 0 – 0 – 5
EEA-93	Introdução à Biologia Molecular da Célula	3 – 0 – 0 – 4
EEA-94	Introdução a Imagens Médicas	3 – 0 – 1 – 4
EEA-95	Eletrônica para Processamento de Sinais Biomédicos	2 – 0 – 2 – 4
EEA-96	Bioestatística para Engenharia	3 – 0 – 0 – 4
EEA-97	Fisiologia Humana para Engenharias	3 – 0 – 0 – 3
EEA-98	Equipamentos Médico-hospitalares para Medicina de Emergência	3 – 0 – 0 – 3
EEM-14	Engenharia de Antenas	3 – 0 – 1 – 5
EEM-17	Sensores Ópticos	3 – 0 – 0 – 6
EEM-18	Introdução aos Lasers e suas Propriedades	3 – 0 – 0 – 6
EES-25	Projeto de Sistemas de Controle (Nota 4)	0,5 – 0 – 2,5 – 2

EES-35	Conversão Eletromecânica de Energia II	1 – 0 – 2 – 3
EET-51	Aplicações de Processamento Digital de Sinais com Dados Reais	2 – 0 – 2 – 6
EET-61	Compressão de Dados	1 – 0 – 3 – 6
EET-52	Projetos de processamento de sinais usando redes neurais	2 – 0 – 2 – 4
EET-55	Introdução ao Rádio Definido por Software	2 – 0 – 1 – 4
EET-56	Comunicações sem Fio	3 – 0 – 1 – 4
EET-57	Introdução à Teoria da Informação	3 – 0 – 1 – 6
EET-67	Codificação de Canal Clássica	3 – 0 – 0 – 4

Essas disciplinas serão oferecidas em cada semestre conforme a disponibilidade dos departamentos da IEE, ou seja, poderão ser oferecidas em qualquer dos 2 períodos (e até mesmo nos 2 períodos) ou não serem oferecidas.

### (c) Estágio Curricular Supervisionado

O aluno deverá realizar um Estágio Curricular Supervisionado em Engenharia Eletrônica, ou em área afim, de no mínimo 160 horas, de acordo com as normas reguladoras próprias, respeitadas as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a partir da conclusão do 1º ano Profissional.

### (d) Atividades Complementares

O aluno deverá comprovar pelo menos 160 horas de Atividades Complementares, de acordo com as normas reguladoras próprias.

As atividades complementares deverão ser contabilizadas até o último semestre do Curso Profissional, conforme data prevista no calendário escolar/administrativo do ITA para entrega de requerimento pelo aluno.

## 3.4 Curso de Engenharia Mecânica – Aeronáutica

### Legislação

Decreto nº 27.695, de 16 de janeiro de 1950

Lei nº 2.165, de 5 de janeiro de 1954

Portaria nº 964/GM3, de 24 de agosto de 1964

Parecer nº 326/81 CFE (equivalência de curso)

### Currículo Aprovado

#### (a) Disciplinas Obrigatórias

##### *1º Ano Profissional - 1º Período - Classe 2027*

MEB-13	Termodinâmica Aplicada	3 – 0 – 1 – 5
MEB-22	Mecânica de Fluidos I	3 – 0 – 1 – 4
MPD-11	Dinâmica de Máquinas	3 – 0 – 1 – 4
MPP-24	Análise Estrutural I	3 – 0 – 0,75 – 5
MTM-15	Engenharia de Materiais I	3 – 0 – 2 – 3
MPS-22	Sinais e Sistemas Dinâmicos	3 – 0 – 1 – 4
MPP-17	Introdução à Tecnologia Aeronáutica	2 – 0 – 1 – 2
		20 + 0 + 7,75 = 27,75

##### *1º Ano Profissional - 2º Período - Classe 2027*

MEB-25	Transferência de Calor	4 – 0 – 1 – 4
MEB-23	Mecânica de Fluidos II	3 – 0 – 1 – 4

Verificações pre operacionais. Procedimento de operação. Operação. **Bibliografia:** INSTITUTO DE AERONÁUTICA E ESPAÇO. *Procedimentos de preparação para lançamento*. São José dos Campos: IAE, 2011. (Relatório). INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Procedimento para operação de cargas úteis espaciais*. São José dos Campos: INPE, 2011. EUROPEAN SPACE AGENCY. *European cooperation on space standardization*. Noordwijk: ECSS Publications: ESA Publications Division, 1996. ARPASI, D. J.; BLENCH, R. A. *Applications and requirements for real-time simulators in ground-test facilities*. Washington, D.C: NASA, 1986. (NASA TP 2672).

**ASP-29 - Sinais Aleatórios e Sistemas Dinâmicos.** *Requisito:* MVO 20. Recomendados: MAT-12, MAT-22, MAT-27, MAT-32. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Introdução à análise de sinais e sistemas. Classificação de sinais e sistemas e principais propriedades. Sistemas dinâmicos lineares invariantes no tempo, contínuos e discretos. Séries contínuas e discretas de Fourier. Transformadas de Fourier. Caracterização de sinais na frequência e no tempo. Amostragem de sinais. Resposta de sistemas no espaço de estados. Métodos de resposta em frequência. Variáveis aleatórias. Processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: definição e caracterização estatística. Processos estocásticos estacionários; caracterização espectral de processos estacionários; processos ergódicos. Sistemas lineares com excitação aleatória: funções de auto-correlação e de correlação cruzada; função densidade espectral de potência; funções de resposta em frequência. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; WILLSKY, A. S.; WITH NAWAB, S. H. *Signals and systems*. 2. ed. Englewood Cliff: Prentice-Hall, 1997. (Signal processing series). PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U. *Probability, random variables and stochastic processes*. 4. ed. New York: McGraw Hill, 2002. MILLER, S. L.; CHILDERS, D. *Probability and random processes: with applications to signal processing and communications*. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2012.

**ASP-61 – Meio Ambiente e Sustentabilidade no Setor Aeroespacial.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Conceitos de sustentabilidade, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (ONU), História e evolução das questões ambientais, Gestão ambiental, Ferramentas e sistemas. Participação da sociedade e empresas, Environmental and Social Governance – ESG, Mecanismos econômicos. Conceito de sistemas complexos. Modelagem ambiental com dinâmica de sistemas. Conceito de poluição, tipos, e tratamento, licenciamento ambiental e gestão de riscos ambientais. Ambiente Espacial. Consciência Situacional do Ambiente Espacial: monitoramento e mitigação de detritos espaciais. Questões ambientais na operação de veículos aeroespaciais. Impactos ambientais relacionados com lançamento de veículos espaciais. Cuidados especiais com propelentes tóxicos. **Bibliografia:** BRAGA, B. et al. *Introdução à engenharia ambiental*. 2a ed., São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2005, ONU – Brasil. *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. WERTZ, J.R.; PUSCHEL J.J.; EVERETT D.F (ed.). *Space Mission Engineering: the new SMAD*. Cleveland: Microcosm Press, 2011.

**ASP-65 - Navegação, Posicionamento e Guiamento com Base na Fusão de Sensores.** *Requisito:* ASP-29. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Métodos de posicionamento e navegação. Sistemas globais de navegação por satélite (GNSS). Efeitos de propagação. Sinais GNSS. Processamento de sinais GNSS. Posicionamento baseado em medições de pseudodistância. Sensores inerciais de atitude, velocidade angular e força específica. Sensores ópticos, de radar e outros. Modelos de erros em sensores inerciais: giroscópios e acelerômetros. Fusão de sensores. Filtro de Kalman e aplicações. Determinação de posição, velocidade e atitude. Guiamento de sistemas autônomos. **Bibliografia:** LAWRENCE, A. *Modern Inertial Technology: Navigation, Guidance, and Control*. 2. ed. Berlin: Springer, 1998. TEUNISSEN, P. J. G. ; MONTENBRUCK, O. (eds.). *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*. 1st ed. Cham: Springer, 2017. BETZ, J. W. *Engineering Satellite-Based Navigation and Timing*. 1st ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2016.

### 6.3 Divisão de Engenharia Eletrônica (IEE)

**ELE-61 – Colóquios em Engenharia Eletrônica I.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-0-0,5. Palestras técnicas de professores e convidados em temas de interesse da Engenharia Eletrônica. Boas práticas de comunicação técnica.

Discussão de currículo, da estrutura e da coordenação do curso. Debates sobre oportunidades de estágios, de bolsa de iniciação científica e de pós-graduação. **Bibliografia:** Não há.

**ELE-62 – Colóquios em Engenharia Eletrônica II.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 1-0-0-0,5. Palestras técnicas de professores e convidados em temas de interesse da Engenharia Eletrônica. Seminários de alunos: preparação e apresentação. Discussão de currículo, da estrutura e da coordenação do curso. Debates sobre oportunidades de pós-graduação. **Bibliografia:** Não há.

### 6.3.1 Departamento de Eletrônica Aplicada (IEE-A)

**EEA-05 – Síntese de Redes Elétricas e Filtros.** *Requisito:* EES-13 ou equivalent. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Etapas no projeto de circuitos elétricos. Impedâncias positivas reais: testes para determinação. Síntese de circuitos uma-porta passivos. Síntese de circuitos duas-portas passivos: duas-portas reativos duplamente terminados. Topologias para sintetizar filtros com respostas Butterworth, Chebyshev e outras. Transformações de frequência. Síntese de filtros ativos: blocos, o biquad ativo, simulação de indutância. Sensibilidade: circuito adjunto. Representação no domínio discreto. Teorema da amostragem e transformada discreta de Fourier (DFT). Projeto de filtros FIR. **Bibliografia:** CHEN, W. K. *Passive, active, and digital filters*. Boca Raton: CRC Press, 2005. ANTONIOU, A. *Digital filters*. New York: McGraw-Hill, 2000. AMBARDAR, A. *Analog and digital signal processing*. Boston: PWS, 1995. TEMES, G. C.; LAPATRA, J. W. *Introduction to circuit synthesis and design*. New York: McGraw-Hill, 1977.

**EEA-21 – Circuitos Digitais.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 4-0-2-6. Sistemas numéricos e códigos. Álgebra Booleana. Portas lógicas. Circuitos combinatórios: síntese, análise; lógica de dois níveis e multinível. Minimização lógica. Funções combinatórias. Redes iterativas. Aritmética digital inteira: operações em sinal e magnitude, complemento de dois e BCD; circuitos *ripple-carry* e *carry look-ahead*; projeto de unidade lógica aritmética. Circuitos sequenciais: modelos de máquinas de estado finito (MEF), conversão de modelos e minimização de estados. Síntese de MEF assíncrona: conceitos de *hazard*, corrida crítica e modos de operação; projeto de *latches*, *flip-flops* e interfaces. Síntese e análise de MEF síncrona: aplicações gerais, contadores, registradores e divisores de frequência. Análise de temporização. Implementação de algoritmos por hardware síncrono: MEF com *datapath*; síntese *datapath*. Conceitos de dispositivos programáveis (PLD). Projeto de circuitos digitais implementados em PLD. Introdução a VHDL. **Bibliografia:** KATZ, H. R.; BORRIELLO, G. *Contemporary logic design*. Redwood City: Benjamin-Cummings, 2003. GAJSKI, D. D. *Principles of design logic*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1997. McCLUSKEY, E. J. *Logic design principles*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1986. D'AMORE, R. *VHDL descrição e síntese de circuitos digitais*. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

**EEA-25 – Sistemas Digitais Programáveis.** *Requisito:* EEA-21. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Organização do computador digital convencional: processador, memória, dispositivos de entrada e saída. Processador: registradores, conjunto de instruções, barramentos para comunicação com memória e interfaces de entrada e saída. Microprocessadores e microcontroladores. Programação de microcontroladores em linguagens Assembly e C. Ambientes integrados de programação. Estrutura interna do processador: unidade funcional e unidade de controle. Microprogramação **Bibliografia:** MAZIDI, M. A.; NAIMI, S.; NAIMI, S. *The AVR microcontroller and embedded systems using assembly and C*. Boston: Prentice Hall, 2010. RUSSEL, D. J. *Introduction to embedded systems: using ANSI C and the arduino development environment*. San Rafael: Morgan and Claypool Pub., 2010. WHITE, D. E. *Bit-Slice design: controllers and ALUs*. Shrewsbury: Garland Pub., 1981.

**EEA-27 – Microcontroladores e Sistemas Embarcados.** *Requisito:* EEA-25. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Conceituação de Sistema Embarcado. Estrutura de um sistema microprocessado: processador, memórias, interfaces com o mundo externo, barramentos. As principais famílias de microcontroladores. Ambientes integrados de programação. Interfaces seriais e paralelas. Temporizadores, relógios e cão de guarda. Interrupções. Programação concorrente e

em tempo real. Protocolos de comunicação entre microcontroladores e periféricos. **Bibliografia:** BARRET, S. F. *Embedded system design with the atmel AVR microcontroller*. San Rafael: Morgan and Claypool Pub., 2010. MAZIDI, M. A.; NAIMI, S.; NAIMI, S.; MAZIDI, J. *ARM assembly language programming and architecture*. 2. ed. [S.l.]: MicroDigita, 2016. BARRY, R. *Using the FreeRTOS real time kernel: a practical guide*. [S.l.]: Richard Barry, 2009. Disponível em: [www.freertos.org](http://www.freertos.org).

**EEA-45 – Dispositivos e Circuitos Eletrônicos Básicos.** *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Ferramentas computacionais para análise e projeto de circuitos eletrônicos. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Transistores bipolares de junção (BJTs), transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs): estrutura e operação física do dispositivo, polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais, amplificadores de um estágio. Portas lógicas elementares. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. HAYES, T. C.; HOROWITZ, P. *Learning the art of electronics: a hands-on lab course*. Cambridge: University Press, 2016. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

**EEA-46 – Circuitos Eletrônicos Lineares.** *Requisito:* EEA-45. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Técnicas de análise de circuitos eletrônicos. Amplificadores com múltiplos estágios. Amplificadores diferenciais. Espelhos de corrente. Amplificadores operacionais: características, aplicações e limitações. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Amplificadores de potência para áudio-frequências. Fontes de alimentação lineares. Resposta em frequência de amplificadores. Modelos para frequências elevadas. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. FRANCO, S. *Projetos de circuitos analógicos discretos e integrados*. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2016. HOROWITZ, P.; HILL, W. *A arte da eletrônica: circuitos eletrônicos e microeletrônica*. Porto Alegre: Bookman 2017.

**EEA-47 – Circuitos de Comunicação.** *Requisito:* EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução: componentes discretos e monolíticos, modelos para circuitos equivalentes de componentes discretos; simulação de circuitos de RF. Circuitos Ativos de RF: distorção harmônica e intermodulação; compressão de ganho e faixa dinâmica; amplificadores sintonizados; circuitos de polarização; casamento de impedância e largura de faixa. Osciladores de Baixo Ruído: ruído de fase, VCO, multiplicadores de frequência, PLL – *Phase Locked Loop*, sintetizadores de frequência. Moduladores e Demoduladores AM e FM. Misturadores de Frequência. Amplificadores de Baixo Ruído e Banda Larga: compromisso entre ruído e largura de faixa; estabilidade; fontes de ruído de RF e figura de ruído. Amplificadores de Potência casamento de potência; classes de amplificadores. **Bibliografia:** GOLIO, M. *The RF and microwave handbook*. Boca Raton: CRC, 2007. CLARKE, K.; HESS, D. *Communication circuits: analysis and design*. Menlo Park: Addison Wesley, 1971. HICKMAN, I. *Practical RF handbook*. Amsterdam: Elsevier: Newnes, 2006. VIZMULLER, P. *RF design guide: systems, circuits, and equations*. Boston: Artech House, 1995. MAAS, S. A. *The RF and microwave circuit design cookbook*. Boston: Artech House, 1998.

**EEA-48 – Circuitos Eletrônicos não Lineares.** *Requisito:* EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Geração de Formas de Onda: circuitos biestáveis, monoestáveis e astáveis implementados com dispositivos não-lineares, amplificadores operacionais e circuitos integrados; multivibradores; gerador de rampa, escada e onda triangular. Análise de dispositivos eletrônicos em regime de chaveamento: carga armazenada, compensação de carga. Análise dos circuitos lógicos fundamentais. Dispositivos para Controle de Potência: SCR, DIAC, TRIAC, GTO, IGBT, MOSFET. Aplicações de Controle de Potência: retificadores controlados, controle de motores, conversores CC-CC, inversores. **Bibliografia:** AHMED, A. *Eletrônica de potência*. São Paulo: Prentice Hall, 2000. MILLMAN, J.; TAUB, H. *Pulse digital and switching waveforms*. New York: McGraw-Hill-Kogakusha, 1976. SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microelectronic circuits*. New York: Oxford University Press, 2004. RASHID, M. H. *Power electronics: circuits, devices and applications*. Boston: Prentice Hall, 1993.

**EEA-52 – Introdução aos Sistemas VLSI.** *Requisitos:* EEA-21, EEA-46. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Transistor MOS.

Processo de fabricação, regras de projeto e diagrama de máscaras. Famílias digitais e margem de ruído. Análise e projeto de inversores: carga resistiva, carga transistor enriquecimento, carga transistor depleção e CMOS. Projeto de portas lógicas e portas complexas. Capacitâncias transistor MOS. Estimativa de desempenho de inversores e acionamento de cargas capacitivas elevadas. Portas lógicas com transistores de passagem. Portas lógicas dinâmicas. Redes lógicas programáveis dinâmicas e estáticas. Registradores dinâmicos e estáticos. Memórias RAM: organização, tipos de células e projeto de células estáticas. Arquiteturas VLSI. Circuitos de entrada e saída. Fenômeno *Latch Up*. Teste: modelo de falhas, controlabilidade, observabilidade e determinação de vetores de teste. **Bibliografia:** UYEMURA, J. P. *Introduction to VLSI circuits and systems*. New York: Wiley, 2001. WESTE, N.; HARRIS, D. *CMOS VLSI design: a circuits and systems perspective*. Boston: Addison Wesley, 2004. HODGES, D. A.; JACKSON, H.G., SALEH, R. S. *Analysis and design of digital integrated circuits*. Boston: McGraw-Hill, 2003. WESTE, N. H. E.; ESHRAGHIAN, K. *Principles of CMOS VLSI design*. Boston: Addison Wesley, 1994.

**EEA-91 – Instrumentação Biomédica I.** *Requisitos:* FIS-32 e MAT-32. *Horas Semanais:* 3-0-0-5. Conceitos básicos de instrumentação biomédica. Sensores e transdutores biomédicos. Condicionamento, amplificação e filtragem de sinais. Sistemas de amplificação de biopotenciais. Monitor de sinais eletrocardiográficos e eletroencefalográficos. Monitor de respiração e oxigenação. Ventiladores mecânicos. Marca-passos. Desfibriladores. Neuroestimuladores. Instrumentos eletrocirúrgicos. **Bibliografia:** WEBSTER, J. G. *Medical instrumentation application and design*. 4. ed. New York: Wiley, 2010. FRADEN, J. *Handbook of modern sensors: physics, design and applications*. 4. ed. New York: Springer, 2010.

**EEA-92 – Instrumentação Biomédica II.** *Requisitos:* FIS-46, MAT-46, GED-13. *Horas Semanais:* 3-0-0-5. Tomografia por raios X. Transformada de Radon. Tomografia computadorizada. Imageamento médico por ressonância magnética. Medicina nuclear. Tomografia por emissão de pósitrons (PET). Tomografia por impedância elétrica. Imageamento médico por ultrassom. Imageamento médico por radiação infravermelha. **Bibliografia:** BRONZINO, J. D.; PETERSON, D. R. *Biomedical engineering fundamentals*. Boca Raton: CRC Taylor and Francis, 2006. MUDRY, K. M.; PLONSEY, R.; BRONZINO, J. D. (ed.). *Biomedical imaging: principles and applications in engineering*. Boca Raton: CRC Press, 2003. WEBSTER, J. G. (ed.). *Encyclopedia of medical devices and instrumentation*. New York: Wiley-Interscience, 2006.

**EEA-93 – Introdução à Biologia Molecular da Célula.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Introdução às células, componentes químicos das células; energia, catálise e biossíntese; estrutura e função de proteínas; DNA e cromossomos; replicação, reparo e recombinação do DNA; do DNA à proteína; controle e expressão gênica; estrutura das membranas; transporte de membrana; metabolismo celular; mitocôndrias e cloroplastos; compartimentos intracelulares e transporte; comunicação celular; o citoesqueleto; o ciclo da divisão celular; sexo e genética; tecidos, células-tronco e câncer. **Bibliografia:** ALBERTS, B. et al. *Molecular biology of the cell*. 6. ed. New York: Garland Pub., 2014. WAITE, G. N.; WAITE, L. R. *Applied cell and molecular biology for engineers*. Chicago: McGraw-Hill, 2007. ALBERTS, B. et al. *Fundamentos da biologia celular*. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2011.

**EEA-94 – Introdução a Imagens Médicas.** *Requisito:* MAT-27. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Sistemas digitais de imagem. Imagens de raios-X. Imagens de ultrassonografia. Imagens de tomografia computadorizada de raios-X (CT). Imagens de tomografia por emissão de pósitrons e de fóton-único (PET/SPECT). Imagens de ressonância magnética (MRI). Outras modalidades de imagens médicas. Introdução ao processamento de imagens médicas: filtros, detecção de bordas, contraste, histograma, look-up tables, melhoria de imagens nos domínios do espaço e da frequência, restauração de imagens. Métodos computacionais de processamento de imagens: segmentação, registro, reconhecimento e rastreamento de objetos, quantificação. ATLAS. Algoritmos de aprendizado de máquina. DICOM e PACS. **Bibliografia:** DOUGHERTY, G. *Digital image processing for medical applications*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. RANGAYAN, R. M. *Biomedical image analysis*. Boca Raton: CRC Press, 2004. (The Biomedical Engineering Series). GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. *Digital image processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Education, 2008.

**EEA-95 – Eletrônica para Processamento de Sinais Biomédicos.** *Requisitos:* FIS-32 e CES-10. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Desenvolvimento de *hardware* e *software* para a geração de sinais biomédicos. Circuitos para medição e condicionamento de sinais biomédicos. Circuitos integrados dedicados para a digitalização de sinais biomédicos. *Hardware* e *software* para interpretação de sinais biomédicos. Ambiente de desenvolvimento computacional para integração de *hardware* e *software*. Desenvolvimento de aplicativos computacionais para apoio ao diagnóstico usando os sinais biomédicos simulados. **Bibliografia:** BRONZINO, J. D. (ed.). *The biomedical engineering handbook*. Florida: CRC Press, 1995. SEDRA, A. S. *Microelectronic circuits*. 5. ed. New York: Oxford University Press, 2004. LANGBRIDGE, J. A. *Arduino sketches: tools and techniques for programming wizardry*. Hoboken: Wiley, 2015. Ebook.

**EEA-96 – Bioestatística para Engenharia.** *Requisito:* GED-13. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Revisão de estatística descritiva, distribuições normal, binomial e de Poisson, amostragem, inferência e intervalos de confiança. Fundamentos de epidemiologia: tipos de estudos. Testes de hipóteses paramétricos e não paramétricos. Noções fundamentais para a escolha do teste de hipóteses. Cálculo do tamanho da amostra. Correlação. Regressão linear. Tabelas de contingência. Sensibilidade, especificidade e valor preditivo em exames para diagnósticos médicos. Planejamento de experimentos. Experimentos fatoriais. Análise multivariada. Análise de variância (ANOVA). Noções de aplicação de estatística à qualificação de produtos na área de saúde. Qualificação, validação e certificação. **Bibliografia:** FONTELLES, M. J. P. *Bioestatística aplicada à pesquisa experimental*. São Paulo: Livraria da Física, 2012. v. 1 -2. VIEIRA, S. *Bioestatística: tópicos avançados*. 4. ed. São Paulo: Elsevier, 2018. PEREIRA, J. C. *Bioestatística em outras palavras*. São Paulo: Edusp, 2015.

**EEA-97 – Fisiologia Humana para Engenharias.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Organização funcional do corpo humano e controle do meio interno. Estrutura física da célula. Homeostase –manutenção de um meio interno quase constante. Sistema tegumentar. Sistema muscular e esquelético, física da contração muscular esquelética. Sistema cardiovascular, coordenação dos batimentos cardíacos, sequência de excitação, eletrocardiograma. Sistema respiratório. Fisiologia em aviação, altas altitudes e espacial. Fisiologia em mergulho e outras condições hiperbáricas. Sistema nervoso central. Fisiologia sensorial. Sistema nervoso autônomo. Sistema endócrino. Sistema digestório. Sistema renal. Sistema reprodutor. **Bibliografia:** HALL, A. C.; GUYTON, J. E. *Tratado de fisiologia médica*. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. *Fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. JOHNSON, A.T. *Biology for Engineers*. New York: CRC Press. 2011.

**EEA-98 – Equipamentos médico-hospitalares para medicina de emergência.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 3-0-0-3. Introdução aos equipamentos médico-hospitalares em pronto-atendimento (função e contexto): principais módulos constituintes de um equipamento médico hospitalar( fonte de tensão, circuitos de medida de parâmetros biomédicos, transdução de sinais, filtros, amplificadores, conversor A/D, sistema computacional, interface homem máquina), macas de transporte de pacientes, estetoscópio, ventiladores mecânicos para respiração artificial, desfibriladores em ressuscitação cardiopulmonar; equipamentos empregados em UTIs e centros cirúrgicos (função e contexto): mesa cirúrgica, foco cirúrgico, cama de UTI, máquinas de diálise e bombas de infusão para hemorragia e choque; máquinas de anestesia e monitorizadores de pacientes (ECG, oximetria, pressão arterial); máquinas coração-pulmão para circulação extra-corpórea, equipamentos para diagnóstico por imagem: equipamentos de raios-X, de ultrassonografia e ecocardiografia, radiografias, tomografia computadorizada por raios-X e Ressonância Magnética e contribuição da engenharia em tecnologias de saúde (saúde 4.0). **Bibliografia:** Bronzino, J. D., *Biomedical Engineering Handbook*. New York.: CRC Press, 1999. Karren, K. J., Hafen, B. Q., Limmer, D., Mistovich, J., *Primeiros Socorros para Estudantes - 10ª Edição*, Ed. Manole, 2013. Azar, B. A. et al. *Engenharia Biomédica: Desenvolvimento e Inovação*. ed Athena, 2022.

**ELE-16 – Eletrônica Aplicada.** *Requisito:* FIS-46. *Horas semanais:* 2-0-1-3. Eletrônica Analógica: Dispositivos Eletrônicos Básicos. Análise CC e CA de Circuitos Transistorizados. Amplificadores Operacionais: teoria e aplicação. Fontes de alimentação. Eletrônica Digital: Projeto de Circuitos Lógicos Combinacionais. Projeto de Circuitos Lógicos



Sequenciais. Computador Digital: funcionamento básico e interfaceamento. Conversores A/D e D/A. **Bibliografia:** SEDRA A. S.; SMITH, K. C., *Microeletrônica*. São Paulo: Makron Books, 1995. v.1. BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*. Rio de Janeiro: Prentice Hall, 1994. TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. *Sistemas digitais: princípios e aplicações*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

**ELE-27 – Eletrônica para Aplicações Aeroespaciais.** *Requisito:* ELE-16. *Horas semanais:* 3-0-2-3. Introdução às tecnologias de dispositivos eletrônicos embarcados. Efeitos do ambiente nos sistemas aeroespaciais. Efeitos térmicos em componentes de uso aeroespacial. Introdução à Análise de Requisitos e Engenharia de Sistemas. Introdução às análises críticas de Confiabilidade e Segurança: FMEA, Hazard, Riscos e Circuitos Ocultos (Sneak Circuits). Introdução às arquiteturas eletrônicas de potência, telemetria, controle e segurança. Especificidades das eletrônicas embarcadas de satélites e de lançadores de satélites. Introdução aos ensaios ambientais (vibração, choque, ciclagem térmica, termo vácuo e acústico), e elétricos (Interferência eletromagnética induzida e conduzida – EMI/EMC). Características gerais dos dispositivos de testes e testabilidade. **Bibliografia:** Normas MIL, Normas ECSS. WERTZ, J. R.; EVERETT, D. F.; PUSCHELL, J. J. *Space mission engineering: the new SMAD*. Portland: Microcosm Press, 2011; PMAKAROV, S. N.; LUDWING, R.; BITAR, S. J. *Practical electrical engineering*. [S.l.]: Springer, 2019. CHATTOPADHYAY, S. *Embedded system design*. [S.l.]: PHI Learning, 2013.

**ELE-52 – Circuitos Eletrônicos I.** *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Transistores bipolares de junção (BJTs), transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs), polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais, amplificadores de um estágio. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. ROBERTS, G.; SEDRA, A. S. *Spice*. Oxford: University Press, 1996. JAEGER, R. C.; BLALOCK, T. *Microelectronic circuit design*. New York: McGraw-Hill, 2007. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

**ELE-53 – Circuitos Eletrônicos II.** *Requisito:* ELE-52. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Amplificadores transistorizados. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Amplificadores diferenciais. Amplificadores operacionais. Fontes de alimentação. Osciladores senoidais. Multivibradores. Geradores de formas de onda. Dispositivos Semicondutores de Potência. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microelectronic circuits*. 4. ed. Oxford: University Press, 1998. HAZEN, M. E. *Exploring electronic circuits*. Filadélfia: Saunders College, 1991.

**ELE-54 – Circuitos Eletrônicos.** *Requisito:* FIS-32. *Horas semanais:* 3-0-2-4. Introdução à física dos semicondutores. Diodos semicondutores: modelagem, circuitos e métodos de análise. Fontes de alimentação e aplicações com diodos, Ceifadores, grampeadores e dobradores de tensão. Transistores bipolares de junção (BJTs), transistores a efeito de campo (FETs e MOSFETs), polarização e estabilização DC, circuitos equivalentes em modelos de pequenos sinais. Amplificadores transistorizados de pequenos sinais e amplificadores de potência. Resposta em Frequência. Realimentação e estabilidade de amplificadores. Osciladores senoidais e Multivibradores. Amplificadores diferenciais e Amplificadores operacionais. **Bibliografia:** SEDRA, A. S.; SMITH, K. C. *Microeletrônica*. São Paulo: Prentice Hall, 2007. BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*, Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994. RAZAVI, B. *Fundamentos de microeletrônica*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

### 6.3.2 Departamento de Microondas e Optoeletrônica (IEE-M)

**EEM-11 – Fundamentos de Engenharia Eletromagnética.** *Requisitos:* FIS-46 e MAT-36. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Representação complexa das grandezas eletromagnéticas. Equações de Maxwell. Condições de contorno. Teorema de Poynting. Ondas eletromagnéticas planas em meios isotrópicos e anisotrópicos: uniaxial, ferrite e meios artificiais. Polarização. Reflexão e refração de ondas eletromagnéticas planas. Ondas eletromagnéticas em meios bons condutores. Efeito pelicular. Teoremas e princípios do eletromagnetismo: dualidade, unicidade e reciprocidade. **Bibliografia:** ULABY, F. T.; RAVAIOLI, U. *Fundamentals of applied electromagnetics*. 7. ed. Upper Saddle River: Pearson,

2014. BRANISLAV, M. N. *Electromagnetics*. Upper Saddle River: Pearson, 2010. BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

**EEM-12 – Eletromagnetismo Aplicado.** *Requisito:* EEM-11. *Horas semanais:* 3-0-1,5-5. Ondas TEM guiadas. Linhas de transmissão de rádio-frequência. Linhas de microfita. Técnicas de casamento. Carta de Smith e aplicações. Ondas TE e TM guiadas: impedância de onda e constante de propagação. Guias de ondas retangulares e circulares. Guias de ondas superficiais, dielétricos e fibras ópticas. Cavidades ressonantes. Junções em micro-ondas. Métodos matriciais de representação: Espalhamento, Impedância, Admitância e ABCD. **Bibliografia:** SORRENTINO, R.; BIANCHI, G. *Microwave and RF engineering*. Chichester: Wiley, 2010. COLLIN, R. E. *Foundations for microwave engineering*. 2. ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2001. POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

**EEM-13 – Dispositivos de Alta Frequência e Antenas.** *Requisito:* EEM-12. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Revisão das representações matriciais. Divisores de potência: resistivo, tipo T, Wilkinson. Acopladores: híbridos, direcionais. Defasadores, isoladores e circuladores. Filtros com tecnologia de microfita. Irradiação do dipolo infinitesimal. Características e propriedades elétricas das antenas. Fórmula de transmissão de Friis. Irradiadores elementares. Irradiadores cilíndricos. Medidas de antenas. **Bibliografia:** POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011. STEER, M. *Microwave and RF design: networks*. 3ª ed. Raleigh: NC State University, 2019. v. 3. BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016.

**EEM-14 – Engenharia de Antenas.** *Requisito:* EEM-11. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Revisão dos parâmetros fundamentais e das figuras de mérito das antenas. Antenas filamentosas: dipolos e espiras. Impedância: própria e mútua. Redes de antenas: lineares, planas e circulares. Antenas faixa larga. Antenas independentes da frequência. Aberturas eletromagnéticas. Antenas de microfita. Antenas do tipo corneta. Refletores. Medidas de antenas. **Bibliografia:** BALANIS, C. A. *Antenna theory: analysis and design*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016. STUTZMAN, W. L.; THIELE, G. A. *Antenna theory and design*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2013. HAUPT, R. L. *Antenna arrays: a computational approach*. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2010.

**EEM-15 – Sistemas de Alta Frequência e Propagação.** *Requisito:* EEM-12. *Horas semanais:* 2-0-0,5-5. Ruído em sistemas de alta frequência: figura de ruído, temperatura de ruído, relação sinal-ruído. Distorção não linear: ponto de compressão de 1 dB, ponto de interseção de 3ª ordem, faixa dinâmica. Sistemas de transmissão via rádio. Propagação: mecanismos, efeitos da atmosfera, perda de espaço livre, reflexão, difração, efeitos de obstáculos e atenuações. Plano de atribuição, destinação e distribuição de faixas de frequências. Programas computacionais para enlaces radioelétricos. **Bibliografia:** POZAR, D. M. *Microwave engineering*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2011. SEYBOLD, J. S. *Introduction to RF propagation*. Hoboken: Wiley, 2005. FREEMAN, R. L. *Radio system design for telecommunications*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2007.

**EEM-16 – Dispositivos e Engenharia Fotônica.** *Requisito:* EEM-13. *Horas semanais:* 2-0-0,5-5. Fundamentos de laser semicondutor: Interação entre radiação e matéria, emissão estimulada, emissão espontânea, absorção e inversão de população. Cavidade Fabry-Perot, modos de oscilação, equações de taxa, curva característica, coerência e representação circuital. Parâmetros típicos de laser semicondutor: eficiência, largura de faixa, potência óptica, corrente de limiar e divergência de feixe. Fotodetectores: princípios de operação, eficiência quântica, sensibilidade, representação circuital e largura de faixa. Fibras ópticas monomodo e multimodo: perfis de índice de refração, modos de propagação, dispersão, atenuação e retardo de grupo. Fibras ópticas microestruturadas. Dispositivos fotônicos, Sistemas fotônicos. Enlace de comunicação óptica: enlaces analógicos e digitais. Circuitos integrados ópticos. Medições em sistemas ópticos. **Bibliografia:** PAL, B. P. *Guided wave optical components and devices*. Amsterdam: Elsevier, 2006. YARIV, A. *Optical electronics in modern communications*. 5ª ed. New York, NY: Oxford University Press, 1997. HOBBS, P. C. D. *Building electro-optical systems: making it all work*. New York, NY: John Wiley & Sons, 2000. MAREK, S.; WARTAK, K. *Computational photonic: an introduction with Matlab*. Cambridge: University Press, 2013.

**EEM-17 – Sensores Ópticos.** *Requisito:* EEM-13. *Horas semanais:* 3-0-0-6. Fundamentos de sensores, tipos de sensores e aplicações. Sensores ópticos. Tipos de sensores ópticos: sensores de intensidade, sensores de fase e sensores espectrais. Fotodetectores e câmeras. Aplicações na indústria, monitoramento ambiental e diagnóstico. Sensores baseados em fibras ópticas. Sensores baseados em fibras ópticas plásticas. Redes Bragg e nanotecnologia. Sistemas sensores remotos e distribuídos. Fundamentos de plasmônica e aplicações em sensores ópticos. Exemplos de sensores. **Bibliografia:** MORAN, O. *Optical sensors: technology and applications*. NY Research Press, 2022. MAREK, S.; WARTAK, K. *Computational photonic: an introduction with Matlab*. Cambridge: University Press, 2013. HARTOG, A. H. *An introduction to distributed optical fibre sensors*. CRC Press, 2017. WERNECK, M. M. *Plastic optical fiber sensors: science, technology and applications*, CRC PRESS, 2019. Artigos selecionados pelo professor

**EEM-18 – Introdução aos Lasers e suas Propriedades.** *Requisito:* EEM-11. *Horas semanais:* 3-0-0-6. Emissão estimulada, inversão de população, coeficientes A e B de Einstein. Descoberta da amplificação eletromagnética. Masers e lasers. Propriedades da luz laser: brilho, direcionalidade, polarização, espectro e coerência. Feixes Gaussianos. Coerência transversal de feixes laser. Meios de ganho, esquema de níveis ou bandas de energia, mecanismos de bombeamento. Ganho líquido, cavidades ressonantes, modos longitudinais e transversais. Sobreposição de ganho. Dinâmica laser. Regimes de operação: transiente, contínuo, chaveado ou com travamento de modos. Exemplos de sistemas laser: estado sólido, gasosos, químicos e de elétrons livres. Transformações do feixe laser: propagação, amplificação, conversão de frequência, compressão e expansão de pulsos. **Bibliografia:** SVELTO, O. *Principles of lasers*. 5. ed. New York: Springer, 2009. KOECHNER, W. *Solid state laser engineering*. 6. ed. New York: Springer, 2006. SILFAST, W. T. *Laser fundamentals*. 2. ed. Cambridge: University Press, 2004.

### 6.3.3 Departamento de Sistemas e Controle (IEE-S)

**EES-12 – Introdução ao Controle de Sistemas.** *Requisitos:* MAT-32 e MAT-46, ou equivalentes. *Horas semanais:* 2-0-0,5-3. Conceituação geral e importância do controle. Transformada de Laplace. Modelo no Espaço de Estados. Linearização. Realimentação. Função de transferência em malha aberta e em malha fechada. Polos e autovalores. Zeros. Modelos de ordem reduzida. BIBO estabilidade. Resposta no tempo. Requisitos da resposta transitória. Requisito de erro em regime estacionário. Controle proporcional. **Bibliografia:** DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. FRANK, S. A. *Control theory tutorial*. Berlin: Springer, 2018. NISE, N. S. *Engenharia de sistemas de controle*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

**EES-13 – Análise de Circuitos Elétricos.** *Requisitos:* FIS-46, MAT-32 e MAT-46. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Leis de Kirchhoff: grafos, forma matricial. Elementos resistivos de circuitos: resistores, fontes controladas, amplificador operacional, elementos não-lineares, ponto de operação, reta de carga, linearização. Circuitos resistivos: análise tableau, nodal e nodal modificada, propriedades, método de Newton para circuitos não-lineares. Circuitos de 1ª ordem: capacitores e indutores, constante de tempo, análise por inspeção, solução geral. Circuitos de 2ª ordem: equações de estado, sistemas mecânicos análogos, tipos de resposta à entrada zero, comportamento qualitativo. Circuitos dinâmicos de ordem superior: indutores acoplados, solução numérica. Regime permanente senoidal: fasores, funções de rede, potência e energia. Análise geral de circuitos: topologia, leis de Kirchhoff baseadas em árvores. Multi-portas: matrizes, reciprocidade. **Bibliografia:** KIENITZ, K. H. *Análise de circuitos: um enfoque de sistemas*. 2. ed. São José dos Campos: ITA, 2010. BURIAN, Y.; LYRA, A. C. C. *Circuitos elétricos*. São Paulo: Prentice Hall, 2006. HAYT, W. H.; KEMMERLY, J. E.; DURBIN, S. M. *Análise de circuitos em engenharia*. 7. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

**EES-22 – Controle Clássico I.** *Requisito:* EES-13 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Requisitos de desempenho. Resposta em Frequência. Critério de estabilidade de Nyquist. Diagrama de Bode. Lugar Geométrico das Raízes. Margens de estabilidade. Projeto de Controladores. Avanço de fase. Atraso de fase. Avanço e Atraso de fase. PD. PI. PID. Discretização usando Tustin. Discretização usando Euler. Prewarping. **Bibliografia:** PHILLIPS, C. L.; PARR, J. M.

*Feedback control systems*. 5. ed. Boston: Prentice Hall, 2011; DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009; NISE, N. S. *Engenharia de sistemas de controle*. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

**EES-32 – Controle Clássico II.** *Requisito:* EES-22 ou equivalente. *Horas semanais:* 2-0-0,5-3. Amostragem. Discretização ZOH. Equação a diferenças. Transformada Z. Função de transferência em z. BIBO estabilidade de sistemas discretos. Discretização de requisitos. Lugar Geométrico das Raízes no Plano-z. Projeto de controladores em z. Controle a Tempo discreto. Implementação do controle a tempo discreto. **Bibliografia:** HEMERLY, E. M. *Controle por computador de sistemas dinâmicos*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. ASTROM, K.J.; WITTENMARK, B. *Computer-controlled systems: theory and design*, 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1997; PHILLIPS, C. L.; NAGLE, H. T. *Digital control systems analysis and design*. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1994.

**EES-25 – Projeto de Sistemas de Controle.** *Requisito:* EES-32 ou equivalente. *Horas semanais:* 0,5-0-2,5-2. Definição de requisitos para sistemas dinâmicos. Modelagem, identificação e análise da resposta de sistemas dinâmicos. Projeto, implementação e teste de sistemas de controle automático. Controle por Computador. Análise de Robustez. Tópicos avançados de Engenharia de Controle. **Bibliografia:** DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. NASCIMENTO JR., C. L.; YONEYAMA, T. *Inteligência artificial em controle e automação*. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. SLOTINE, J. J.; LI, W. *Applied nonlinear control*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1991.

**EES-33 – Conversão Eletromecânica de Energia I.** *Requisitos:* EES-22 e EES-13 ou equivalentes. *Horas semanais:* 4-0-1-6. Curvas de magnetização de materiais magnéticos, circuitos magnéticos, formas de onda de corrente no indutor real, conceito de campo de acoplamento no processo de conversão de energia em sistemas eletromecânicos, princípio da mínima relutância, dispositivos lineares e rotativos de relutância variável, motores de passo, máquina de corrente contínua (CC) linear e rotativa, tipos de máquinas CC em relação à excitação de campo (*shunt* e *série*), autoexcitação do gerador CC, curvas de torque e controle de velocidade do motor CC, sistema Ward-Leonard, servomotor CC, circuitos de corrente alternada monofásicos e trifásicos em regime permanente senoidal: fasores, triângulo de potência, método do deslocamento do neutro para carga desequilibrada em Y, Transformadores: construção, autotransformador, modelo, paralelismo, esquemas de ligação e terceiro harmônico em transformadores trifásicos, Máquina síncrona de polos lisos: construção, campo magnético girante, modelo, curvas V, Máquina de indução: construção (rotor gaiola de esquilo e rotor bobinado), modelo, curvas de torque, métodos de partida, motores monofásicos. **Bibliografia:** BIM, E. *Máquinas elétricas e acionamento*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. SEN, P. C. *Principles of electric machines and power electronics*. 2. ed. New York: Wiley, 1997. CHAPMAN, S. J. *Electric machinery fundamentals*. 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. FALCONE, A. G. *Eletromecânica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1979. v. 1-2.

**EES-35 – Conversão Eletromecânica de Energia II.** *Requisito:* EES-33 ou equivalente. *Horas Semanais:* 1-0-2-3. Caracterização de dispositivos comutadores usados em eletrônica de potência. Conversores CC-CC, CA-CC, CC-CA e CA-CA. Aplicação em motores de corrente contínua e de corrente alternada. **Bibliografia:** SEN, P. C. *Principles of electric machines and power electronics*. 2. ed. New York: Wiley, 1997. CHAPMAN, S. J. *Electric machinery fundamentals*. 4. ed. Boston: McGraw-Hill, 2005. COGDELL, J. R. *Foundations of electric power*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1999.

**EES-42 – Controle Moderno.** *Requisito:* EES-32 ou equivalente. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Realizações e formas canônicas no espaço de estados. Estabilidade interna. Controlabilidade. Estabilizabilidade. Observabilidade. Detectabilidade. Realimentação de Estado. Realimentação de estado com ação integral. LQR. Observador de estado. Princípio da separação. Dualidade. Espaço de estados a tempo discreto. Discretização ZOH e Euler. Observador de estado a tempo discreto. Filtro de Kalman a tempo discreto. Implementação de estimação a tempo discreto. Aplicações atuais e futuras de controle. **Bibliografia:** OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. 5. ed. São Paulo:

Prentice Hall, 2010. ASTROM, K.J.; WITTENMARK, B. *Computer-controlled systems; theory and design*. 3. ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1997. DORF, R. C.; BISHOP, R. H. *Sistemas de controle modernos*. 11. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

#### 6.3.4 Departamento de Telecomunicações (IEE-T)

**EET-01 – Sinais e Sistemas de Tempo Discreto.** *Requisitos:* MAT-32, MAT-42, MAT-46 e estar cursando em paralelo EES-12. *Horas semanais:* 2-0-0-3. Sistemas lineares de tempo de discreto invariantes a deslocamento: resposta ao pulso unitário, causalidade, estabilidade entrada-saída e soma de convolução. Revisão de Transformada de Fourier para sinais de tempo contínuo: definição, inversão, propriedades e cálculo de transformadas usuais; amostragem de sinais e o teorema da amostragem de Shannon. Transformada de Fourier de Tempo Discreto (TFTD): definição, inversão e propriedades; resposta em frequência de sistemas lineares invariantes a deslocamento. Relação entre a transformada de Fourier de tempo discreto e transformada de Fourier de sinais de tempo contínuo amostrados. Transformada Z bilateral: regiões de convergência, propriedades e inversão; cálculo de transformadas usuais; função de transferência de sistemas lineares invariantes a deslocamento. Transformada Z unilateral e aplicação a solução de equações de diferenças finitas. Transformada de Fourier discreta (TFD) em grades finitas e sua relação com a série de Fourier discreta de sinais periódicos; propriedades da TFD. Algoritmos rápidos para cálculo da Transformada de Fourier Discreta. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall, 2010. DINIZ, P. S. R.; SILVA, E. A. B.; NETTO, S. L. *Digital signal processing: system analysis and design*. 2. ed. Cambridge: University Press, 2011.

**EET-05 – Comunicações I.** *Requisito:* EET-41. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Introdução a sistemas de comunicação: classificação, elementos de um sistema ponto a ponto, o processo de modulação, recursos utilizados e qualidade da comunicação, comunicação analógica versus comunicação digital. Representação de sinais: sinais analógicos a tempo contínuo e a tempo discreto e sinais digitais, energia e potência, espaços de sinais e representação geométrica de formas de onda, envoltória complexa. Transmissão analógica: modulação em amplitude, modulação em ângulo, desempenho de transmissão em canal ruidoso, multiplexação no domínio da frequência, radiodifusão AM e FM. Modulação por código de pulso: conversão analógico-digital, modulação por código de pulsos, multiplexação no domínio do tempo, modulação por código de pulsos diferencial. Transmissão digital: transmissão em canais limitados em frequência, transmissão em banda base, transmissão em banda passante, desempenho de transmissão em canais ruidosos. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems*. 5. ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems*. 2. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems*. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.

**EET-11 – Modelos Probabilísticos e Processos Estocásticos.** *Requisitos:* EES-12 ou equivalente, EET-01 e GED-13. *Horas semanais:* 4-0-0-6. Revisão de probabilidade e variáveis aleatórias. Processos estocásticos de tempo contínuo e discreto: definição e caracterização estatística. Processos estocásticos estacionários em sentido amplo e estrito; caracterização espectral de processos estacionários; processos ergódicos. Processos gaussianos, processo de Poisson, processo de Bernoulli e processo de Wiener de tempo discreto. Processos de Markov de tempo e estado discreto. Introdução a processos de Markov de tempo discreto e estado contínuo. Sistemas lineares de tempo contínuo e discreto com excitação aleatória: caracterização entrada-saída no domínio do tempo e das frequências. Processo de Wiener de tempo contínuo e ruído branco. Fatoração espectral. Estimativa LMMSE de processos estacionários: filtros de Wiener em tempo discreto e contínuo. Estimativa LMMSE sequencial: introdução ao filtro de Kalman-Bucy em tempo discreto. **Bibliografia:** PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U. *Probability, random variables and stochastic processes*. 4. ed. New York: McGraw Hill, 2002. STARK, H.; WOODS, J. W. *Probability and random processes with applications to signal processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002. ALBUQUERQUE, J. P. A.; FORTES, J. M.; FINAMORE, W. A. *Probabilidades: variáveis aleatórias e processos estocásticos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2018.

**EET-15 – Comunicações II.** *Requisito:* EET-41. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Recepção em transmissão digital: recepção coerente e não coerente, sincronização, equalização. Espalhamento espectral: sequências pseudo-aleatórias, espalhamento espectral por sequência direta, espalhamento por salto em frequência. Introdução à teoria da informação: entropia, informação mútua e entropia relativa, codificação de fonte e compressão de dados, codificação de canal e códigos corretores de erro. Comunicação com múltiplos usuários: técnicas de múltiplo acesso FDMA, TDMA e CDMA, capacidade das técnicas de múltiplo acesso. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems*. 5a ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems*. 2. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems*. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.

**EET-21 – Processamento Digital de Sinais.** *Requisito:* EET-01. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Filtros Digitais IIR e FIR. Sistemas lineares invariantes a deslocamento descritos por equações de diferença. Descrição interna de sistemas lineares invariantes a deslocamento: formas canônicas tipo I e tipo II. Transformação bilinear e aplicações de projetos de filtros IIR. Processamento digital de sinais multitaxas. Interpolação. Dizimação. Projeto de filtros e implementação de conversão de taxa de amostragem. Implementação de conversão de taxa de amostragem de multistágio. Conversão de taxa de amostragem de sinais de banda-passante. Conversão de taxa de amostragem por um fator arbitrário. Bancos de filtros digitais. Aplicações de processamento de sinais multitaxas. Estimativa de espectro de potência. Estimativa de espectros a partir de observações de duração finita. Métodos não paramétricos para estimativa de espectro de potência (métodos de Bartlett, Welch e Blackman-Tukey). Métodos paramétricos para estimativa de espectro de potência (métodos de Yule-Walker, Burg, e dos mínimos quadrados). Métodos de banco de filtros. Algoritmos de autoanálise para estimativa de espectro. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing*. 3.ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. DINIZ, P. S. R.; SILVA, E. A. B.; NETTO, S. L. *Digital signal processing: system analysis and design*. 2.ed. Cambridge: University Press, 2011. PROAKIS, J. G.; MANOLAKIS, D. K. *Digital signal processing*. 4.ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2007.

**EET-51 – Aplicações de Processamento Digital de Sinais com Dados Reais.** *Requisitos:* EET-01 e EET-41. *Horas semanais:* 2-0-2-6. Introdução à coleta de dados reais com sistemas de rádio definidos por software; conversão para banda base; amostragem; projeto de filtros; estimativa e análise espectral; identificação de sistemas linear e não linear; análise estatística de sistemas e de densidade espectral de ruído; estimação e rastreamento de parâmetros; projeto de filtro adaptativo; estimativa bayesiana; filtro de Kalman. **Bibliografia:** OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. *Discrete-time signal processing*. 3. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall, 2010. KAY, S. M. *Fundamentals of statistical signal processing: estimation theory*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1993. MOON, T. K.; STIRLING, W. C. *Mathematical methods and algorithms for signal processing*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

**EET-52 – Projetos de processamento de sinais usando redes neurais.** *Requisito:* EET-01 ou o aval do professor. *Horas semanais:* 2-0-2-4. Desenvolvimento de projetos empregando técnicas de processamento de sinais e redes neurais. Pré-processamento, filtragem, estimação espectral, detecção de sinais, reconstrução de sinais, processamento de sinais de áudio, fala, texto, imagem, vídeo, sinais cardíacos, sinais cerebrais, sinais sísmicos, entre outros. Classificação e predição. Redes neurais feedforward: Multilayer Perceptron, Rede de Base Radial, Máquinas de Aprendizado Extremo, Redes Convolucionais. Redes Recorrentes. Deep Learning. **Bibliografia:** OPPENHEIM, Alan V. *Discrete-time signal processing*. Pearson, 3<sup>rd</sup> edition, 2011. HAYKIN, Simon. *Neural Network: a comprehensive foundation*. Pearson, 2004. GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. *Deep learning*. MIT press, 2016.

**EET-55 – Introdução ao Rádio Definido por Software.** *Requisito:* Não há. *Horas semanais:* 2-0-1-4. Revisão de conceitos básicos de comunicação, circuitos de radiofrequência e processamento digital de sinais. Conceito de Rádio Definido por *Software* (RDS): vantagens, limitações e aplicações. Apresentação das linhas de rádio RTL-SDR e Ettus USRP. Sistemas de radiocomunicação implementados em *software*: moduladores AM e FM; demoduladores do tipo detector de envoltória, PLL, Costas Loop, discriminador complexo com diferenciação ou com linha de atraso; receptor de VOR baseado em RDS; processador de sinais de radar baseado em RDS: detector de pulsos, sincronização de receptores RDS independentes, medição do ângulo de chegada, *pulse clustering* e *pulse deinterleaving*. **Bibliografia:**

STEWART, B. *et al. Software defined radio using Matlab and Simulink and the RTL-SDR*. Cardiff: Strathclyde Academic Media, 2015. RAZAVI, B. *RF Microelectronics*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012. SMITH, S. *Digital signal processing: a practical guide for engineers and students*. Burlington: Newnes, 2002.

**EET-56 – Comunicações sem Fio.** *Requisito:* Ter cursado ou estar cursando EET-05. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Introdução: conceitos de comunicação móvel celular, descrição de sistema de celular; Variáveis e métricas em comunicações sem fio: energia de bit, energia de símbolo, ruído aditivo Gaussiano branco (AWGN), razão energia de bit por densidade espectral de potência de ruído ( $E_b/N_0$ ), razão energia de símbolo por densidade espectral de potência de ruído ( $E_s/N_0$ ), razão sinal-ruído (SNR), Taxa de transmissão (bits/s, bauds/s), capacidade de canal (fórmula de Shannon), taxa de erro de bit (BER); Planejamento de sistemas celulares: reuso de frequências e handoff, trunking e grau de serviço, interferência co-canal, interferência canal Adjacente, balanço de potência (Link-budget), processo de planejamento celular, métodos de acesso ao meio, espalhamento espectral, expansão e aumento de capacidade do sistema celular; Modelo de canal de comunicação móvel: larga escala - propagação no espaço livre (Equação de Friis), modelos de propagação - modelo de propagação terra plana (dois raios), perdas por difração, modelo gume de faca, zonas de Fresnel, modelo de Jakes, modelos de propagação empíricos, modelo de perdas log-distance - Modelo de canal de comunicação móvel – pequena escala: resposta ao impulso do canal sem fio, parâmetros do canal, tipos de desvanecimento, distribuições Rayleigh e Rice, curvas de desempenho para constelações PSK e QAM: BER x SNR. **Bibliografia:** RAPPAPORT, T. S. *Wireless communications: principles and practice*. 2. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. GOLDSMITH, A. *Wireless communications*. Cambridge: University Press, 2005. PROAKIS, J.; SALEHI, M. *Digital communications*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007.

**EET-57 – Introdução à Teoria da Informação.** *Requisito:* EET-41 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 3-0-1-6. Medidas de informação: entropia, entropia relativa, informação mútua, regra da cadeia, desigualdade de processamento de dados, desigualdade de fano, AEP, entropia de processos estocásticos. Codificação de fonte sem perda de informação: códigos unicamente decodificáveis e códigos livres de prefixo, desigualdade de Kraft, teorema da codificação de fonte, código de Huffman. Capacidade de canal: AEP para pares de sequências, teorema da codificação de canal, capacidade do canal BSC, canal com apagamento, canais simétricos. Entropia diferencial: entropia diferencial, entropia relativa para variáveis aleatórias contínuas, informação mútua para variáveis aleatórias contínuas, AEP para variáveis aleatórias contínuas. A capacidade do canal gaussiano: cálculo da capacidade do canal gaussiano, canal gaussiano com banda limitada, canal com ruído gaussiano colorido. **Bibliografia:** COVER, T. M.; THOMAS, J. A. *Elements of information theory*. 2. ed. New York: Wiley, 2006. HOST, S. *Information and communication theory*. New York: Wiley: IEEE Press, 2019. MACKAY, D. J. C. *Information theory: inference and learning algorithms*. Cambridge: University Press, 2003.

**EET-61 – Compressão de Dados.** *Requisito:* EET-41 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 1-0-3-6. Introdução à teoria da codificação de fonte sem perda de informação: teorema da codificação de fonte sem perda de informação, teoria da informação algorítmica, *Minimum Description Length*. Códigos de Fonte: códigos de Huffman, códigos de Golomb, códigos de Rice, códigos de Tunstall, código aritmético, codificação adaptativa. Codificação baseada em dicionários: códigos de Lempel-Ziv e suas versões, desempenho dos códigos de Lempel-Ziv. Introdução à teoria da taxa-distorção: teorema da codificação de fonte com perda de informação, quantização escalar, quantização vetorial. Projeto de um codificador para aplicação real. **Bibliografia:** SAYOOD, K. *Introduction to data compression*. 5. ed. San Francisco: Morgan Kauffman, 2017. SALOMON, D.; MOTTA, G.; BRYANT, D. *Handbook of data compression*. 5. ed. Berlin: Springer, 2010. BERGER, T. *Rate distortion theory: mathematical basis for data compression*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971.

**EET-67 – Codificação de Canal Clássica.** *Requisito:* EET-61 ou parecer favorável do professor da disciplina. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Objetivos de codificação de canal. Modelos de canal. Parâmetros de desempenho. Códigos de bloco: matrizes geradora e de verificação de paridade. Códigos cíclicos. Códigos BCH: construção e decodificação. Códigos Reed-Solomon. Códigos convolucionais: conceitos, diagrama de estados; algoritmo de Viterbi; estimativa de

desempenho. Códigos sobre treliças. **Bibliografia:** LIN, S.; COSTELLO, D. J. *Error control coding*. 2. ed. Englewood Cliffs: Pearson, 2004. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Digital communications*. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2007. RYAN, W.; LIN, S. *Channel codes: classical and modern*. Cambridge: University Press, 2009.

**ELE-26 – Sistemas Aviónicos.** *Requisito:* ELE-16. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Integração de Sistemas, barramentos embarcados e *Fly-By-Wire*. Sistemas de Visualização de dados em *Cockpits*. Sistemas de telecomunicações e auxílios à navegação. Navegação Inercial. Sistemas RADAR de Vigilância e Rastreo, Radar Secundário e Sistema de Alerta de Tráfego e Colisão (TCAS). Sistemas de navegação por satélite. Sistemas integrados de auxílio ao Controle de Tráfego Aéreo. **Bibliografia:** COLLINSON, R. P. G. *Introduction to avionics systems*. 3. ed. New York: Springer, 2011. SPITZER, R. *The avionics handbook*. Boca Raton: CRC Press, 2001. FARRELL, J.; BARTH, M. *The global positioning system and inertial navigation*. New York: McGraw-Hill, 1998.

**ELE-32 – Introdução a Comunicações.** *Requisitos:* MAT-42 e GED-13. *Horas semanais:* -4-0-1-6. Sistemas de comunicação: objetivos, tipos, elementos. Análise espectral de sinais e sistemas de tempo contínuo e de tempo discreto. Representação de sinais no espaço de sinais. Modulações digitais: técnicas e desempenho em canais Gaussianos. Sistemas com múltiplos usuários. Técnicas de acesso múltiplo: multiplexação temporal, em frequência ou por códigos de acesso. Tópicos contemporâneos em comunicações. **Bibliografia:** HAYKIN, S. *Communication systems*. 5. ed. New York: Wiley, 2009. PROAKIS, J. G.; SALEHI, M. *Fundamentals of communication systems*. 2. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2015. CARLSON, B.; CRILLY, P. B. *Communication systems*. 5. ed. Boston: McGraw-Hill, 2009.

## 6.4 Divisão de Engenharia Mecânica (IEM)

### 6.4.1 Departamento de Energia (IEM-E)

**MEB-01 - Termodinâmica.** *Requisitos:* MAT-32, MAT-36 e QUI-28. *Horas semanais:* 3-0-0-4. Conceitos fundamentais. Propriedades de uma substância pura. Trabalho e calor. Primeira lei da Termodinâmica em sistemas e volumes de controle. Segunda lei da Termodinâmica. Entropia. Segunda lei em volumes de controle. Noções de transferência de calor. **Bibliografia:** ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Thermodynamics: an engineering approach*. New York, NY: McGraw-Hill, 1998. SONNTAG, R. E.; BORGNAKE, C.; VAN WYLEN, G. J. *Fundamentos da termodinâmica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. WARK, K. *Thermodynamics*. 5. ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1988.

**MEB-13 - Termodinâmica Aplicada.** *Requisito:* MEB-01. *Horas semanais:* 3-0-1-5. Sistemas de Potência a Vapor. Motores de Combustão Interna: ciclos de Ar-Padrão Otto e Diesel. Sistemas de Potência a Gás: ciclo de Ar-Padrão Brayton. Sistemas de Refrigeração. Misturas de Gases Ideais e Psicrometria. **Bibliografia:** MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N. *Princípios de termodinâmica para engenharia*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. VAN WYLEN, J.; SONNTAG, R. E.; BORGNAKE, C. *Fundamentos da termodinâmica clássica*. São Paulo: Edgard Blücher, 1995. ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

**MEB-22 - Mecânica de Fluidos I.** *Requisito:* MEB-01. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Conceitos fundamentais. Análise dimensional e semelhança. Estática dos fluidos. Equações básicas na forma integral e na forma diferencial. Escoamento incompressível e não viscoso. Escoamento interno, incompressível e viscoso. Escoamento externo, incompressível e viscoso. Métodos experimentais na mecânica dos fluidos. **Bibliografia:** FOX, R. W. *et al. Introdução à mecânica dos fluidos*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. WHITE, F. M. *Mecânica dos fluidos*. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2018. ÇENGEL, Y. A.; CIMBALA, J. M. *Mecânica dos fluidos: fundamentos e aplicações*. 3. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

**MEB-23 - Mecânica de Fluidos II.** *Requisito:* MEB-22. *Horas semanais:* 3-0-1-4. Fundamentos de escoamento